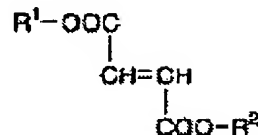


**PRINTED ANTENNA AND RESONANCE FREQUENCY ADJUSTMENT METHOD THEREFOR****Publication number:** JP10276034**Publication date:** 1998-10-13**Inventor:** OKAMOTO HIROMI; YASUKAWA YOSHIYUKI;  
YAMADA TOSHIAKI**Applicant:** TDK CORP**Classification:****- international:** *H01Q13/08; H01Q1/38; H01Q5/00; H01Q9/04;*  
*H01Q13/08; H01Q1/38; H01Q5/00; H01Q9/04; (IPC1-7):*  
*H01Q13/08; H01Q1/38; H01Q9/04***- european:****Application number:** JP19970338114 19971121**Priority number(s):** JP19970338114 19971121; JP19970020800 19970203;  
JP19970020801 19970203

Report a data error here

**Abstract of JP10276034**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a printed antenna relatively high in dielectric constant, small in dielectric loss, high in adhesion with a metallic conductor layer or the like and capable of being molded at room temperature by constituting a dielectric sheet from a composite dielectric material containing a high polymer dielectric material and a ceramic dielectric material and obtaining the high polymer dielectric material by polymerizing a monomer composition containing fumarate diester. **SOLUTION:** At least one of the dielectric sheets is a composite dielectric sheet containing the high polymer dielectric material and the ceramic dielectric material. The high polymer dielectric material is obtained by polymerizing the monomer composition containing at least the fumarate diester as a monomer and is a fumarate polymer provided with a repetition unit induced from the fumarate diester. As a fumarate diester monomer, a chemical compound expressed by formula is preferable. In the formula, R<1> and R<2> are alkyl group or cycloalkyl group and the R<1> and the R<2> may be the same or different from each other.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-276034

(43) 公開日 平成10年(1998)10月13日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 Q 13/08

1/38

9/04

識別記号

F I

H 0 1 Q 13/08

1/38

9/04

審査請求 未請求 請求項の数12 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平9-338114

(22) 出願日 平成9年(1997)11月21日

(31) 優先権主張番号 特願平9-20800

(32) 優先日 平9(1997)2月3日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平9-20801

(32) 優先日 平9(1997)2月3日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72) 発明者 岡本 ひろみ

アメリカ合衆国, イリノイ州 60089, パ  
ッファローグループ, ウィロー パークウ  
エイ, 234

(72) 発明者 安川 芳行

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティ  
ーディーケイ株式会社内

(72) 発明者 山田 俊昭

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティ  
ーディーケイ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 石井 陽一

(54) 【発明の名称】 プリントアンテナおよびその共振周波数調整方法

(57) 【要約】

【課題】 比誘電率が高く、誘電体損が小さく、金属導体層等との密着性が高く、常温での成形が可能で、積層構造等の複雑な構造を容易に形成でき、耐熱性、耐候性に優れた誘電体基板を有するプリントアンテナを提供する。共振周波数のずれを生産ライン上で容易に調整でき、また、容易に再調整でき、また、プリントアンテナの信頼性を向上できる共振周波数の調整方法を提供する。

【解決手段】 誘電体基板の一方の面に放射電極を、他方の面に接地導体を有し、誘電体基板を構成する誘電体シートが、高分子誘電体材料とセラミックス誘電体材料とを含有する複合誘電体シートを含み、高分子誘電体材料が、フマル酸ジエステルを含む単量体組成物の重合物であるプリントアンテナ。このプリントアンテナの共振周波数を調整するために、前記高分子誘電体材料を含有する調整用誘電体層を、放射電極を覆うように設ける。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 誘電体基板と、この誘電体基板の一方の面に設けられた放射電極と、前記誘電体基板の他方の面に設けられた接地導体とを有し、

前記誘電体基板が、誘電体シートまたは誘電体シートの積層体からなり、前記誘電体シートの少なくとも 1 枚が、高分子誘電体材料とセラミックス誘電体材料とを含有する複合誘電体材料から構成される複合誘電体シートであり、前記高分子誘電体材料が、少なくともフマル酸ジエステルを含む単量体組成物を重合して得られたものであるプリントアンテナ。

【請求項 2】 前記複合誘電体シートの少なくとも 1 枚が、前記複合誘電体材料を含む溶液を強化用繊維に含浸して形成した繊維強化複合誘電体シートである請求項 1 のプリントアンテナ。

【請求項 3】 前記誘電体シートの少なくとも 1 枚が、前記高分子誘電体材料から構成される高分子誘電体シートである請求項 1 または 2 のプリントアンテナ。

【請求項 4】 前記誘電体シートの少なくとも 1 枚が、前記高分子誘電体材料を含む溶液を強化用繊維に含浸して形成した繊維強化高分子誘電体シートである請求項 1 ～ 3 のいずれかのプリントアンテナ。

【請求項 5】 前記繊維強化高分子誘電体シートの少なくとも一方の面に、前記複合誘電体材料を含む溶液を塗布することにより形成された複合誘電体シートを有する請求項 4 のプリントアンテナ。

【請求項 6】 前記放射電極および前記接地導体が、溶剤が残留している前記誘電体基板に金属導体フィルムを密着させた後、脱溶剤することによって形成されたものである請求項 1 ～ 5 のいずれかのプリントアンテナ。

【請求項 7】 前記誘電体基板が、間に放射電極を挟む 2 枚の誘電体シートを含むものであり、少なくとも 2 つの共振周波数を有する請求項 1 ～ 6 のいずれかのプリントアンテナ。

【請求項 8】 共振周波数を調整するための調整用誘電体層が、前記放射電極を覆うように少なくとも 1 層設けられており、前記調整用誘電体層が、前記高分子誘電体材料を含有するものである請求項 1 ～ 7 のいずれかのプリントアンテナ。

【請求項 9】 前記調整用誘電体層が、前記セラミックス誘電体材料を含有する請求項 8 のプリントアンテナ。

【請求項 10】 請求項 1 ～ 7 のいずれかのプリントアンテナの共振周波数を調整する方法であって、共振周波数を調整するための調整用誘電体層を、前記放射電極を覆うように設けるに際し、前記調整用誘電体層として前記高分子誘電体材料を含有するものを用いるプリントアンテナの共振周波数調整方法。

【請求項 11】 前記調整用誘電体層に、前記セラミックス誘電体材料が含有される請求項 10 のプリントアンテナの共振周波数調整方法。

【請求項 12】 プリントアンテナの誘電体基板を構成する複合誘電体シートと、放射電極表面を覆う調整用誘電体層とが、同一の複合誘電体材料から構成されている請求項 11 のプリントアンテナの共振周波数調整方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、移動体通信機器や衛星放送受信機等を使用されるプリントアンテナと、このプリントアンテナの共振周波数を調整する方法とに関する。

## 【0002】

【従来の技術】移動体通信機器用や衛星放送受信機等では、アンテナが組み込まれる機器の小型化にともない、アンテナそのものに対しても小型化が要求されるようになってきている。このため、これらの機器に利用される高周波帯域用アンテナとしては、プリントアンテナが使用される場合が多くなってきている。プリントアンテナは、誘電体基板の一方の面に、送受信部として所定の大きさの放射電極が形成され、他方の面に、その面と同等の大きさの接地導体が形成された構成である。

【0003】プリントアンテナは、小型軽量である。また、印刷技術によって作製することができるので、精度の高い加工が可能であって、しかも量産が容易である。さらに、放射電極および接地導体を設けた誘電体基板には IC 等の回路部品を設置することができるため、プリントアンテナにこれらの部品を接続することが容易であるという利点もある。したがって、プリントアンテナには、今後のアンテナとして大きな期待がかけられている。

【0004】プリントアンテナは高周波帯域で用いるため、プリントアンテナの誘電体基板は、一般的に比誘電率が高く、かつ誘電体損が極力小さいことが望ましい。特に、誘電体損が大きいと利得の大幅な低下につながるため、プリントアンテナの小型化を進めていくうえで誘電体損はできるだけ小さくする必要がある。

【0005】ここで、プリントアンテナにおける共振周波数と比誘電率と放射電極の寸法との関係を、下記式(1)に示す。

## 【0006】

## 【数 1】

$$a = \frac{c}{2 \times f \times \sqrt{\epsilon_r}} \quad (1)$$

【0007】上記式(1)において、a は放射電極の一辺の寸法を表し、f は共振周波数、c は光速、 $\epsilon_r$  は誘電体基板の比誘電率を表す。

【0008】上記式(1)から、プリントアンテナの小型化のためには、比誘電率の高い誘電体基板を用いればよいことがわかる。

【0009】しかし、従来、比誘電率が高く、しかも誘電体損が小さい誘電体基板を用いたプリントアンテナは

知られていない。例えば、従来のプリントアンテナにおいて誘電体損を小さくする必要がある場合には、空気や発泡体など比誘電率の低い誘電体を用いているため、小型軽量化が難しい。

【0010】一方、比誘電率の高い樹脂系やセラミック系の誘電体基板は、小型化には適する。しかし、従来使用されている樹脂系の誘電体基板は誘電体損が大きいため、高周波用、特に移動体通信用や衛星放送受信用に用いられるプリントアンテナに使用するのは困難である。また、プリントアンテナは、比誘電率の異なる誘電体基板を積層等の方法を用いて組み合わせることにより、周波数帯域の異なる複数のアンテナを一体的に形成できるという特徴をもつが、樹脂系の誘電体基板を用いた場合には、このような積層型のアンテナを形成することが工法上困難である。具体的には、樹脂基板上に放射電極等の金属導体を固定する際に熱圧着法を用いることが一般的なので、誘電体基板同士を積層する際に、各誘電体基板について熱圧着により金属導体を固定した後、再度基板同士を張り合わせたり接着したりする必要が生じるため、量産に適さない。さらに、樹脂系の誘電体基板は、高温で変形したり、はんだ耐熱性が不十分であるものが多い。

【0011】また、セラミック系の誘電体基板を用いるプリントアンテナでは、放射電極等を金属導体の焼き付けにより形成することが一般的であるが、焼き付けの際には高温の加熱を伴うため、誘電体の特性が変化する場合がある。また、原料ロットや製造ロットの差による特性のばらつきが大きいので、プリントアンテナ形成後にアンテナ特性の確認を行う必要がある。さらに、セラミック系の誘電体基板は折り曲げることが不可能であるため、湾曲構造や立体形状が要求されるプリントアンテナには対応できない。

【0012】このように、樹脂系やセラミック系の誘電体基板は種々の問題を抱えており、かつコスト的にも高価であるので、量産には不向きであった。

【0013】ところで、プリントアンテナの重要な特性の一つである共振周波数は、前述したように放射電極の寸法および比誘電率と相関関係にある。したがって、放射電極の寸法が同一であっても比誘電率が異なれば、共振周波数も異なることになる。そのため、プリントアンテナを量産した場合に、製品間または製造ロット間で比誘電率のバラツキが発生すると、共振周波数のずれが生じてアンテナとしての性能に問題が発生し、製造歩留りの悪化につながる。そこで、製造歩留まり向上のために、生産ライン上で共振周波数の調整を行う必要がある。

【0014】従来知られている共振周波数の調整方法としては、放射電極を削って寸法を変化させる方法（特開平 5-175719 号公報）や、放射電極の上部にエポキシ系樹脂等の誘電体を付加して調整する方法（特開平

5-121925 号公報）などが挙げられる。

【0015】しかし、放射電極を削る方法では、放射電極のエッジ部分を削る際に研削部が乱雑で不連続な状態となるので、特性が劣化することがある。また、実作業においては、アンテナの特性を測定しながら注意深く研削を進めなければならないため、作業時間が長くなり、コストアップにつながる。

【0016】また、放射電極の上部に誘電体として樹脂を付加して調整する方法は、付加される樹脂の厚さが部分的に不均一となることがあるため、共振周波数の調整が困難である。また、基板と樹脂とは材質が異なるため、温度変化によって樹脂の剥がれ等が発生する場合があり、信頼性に問題がある。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】本発明の第 1 の目的は、比誘電率が比較的高く、しかも誘電体損が小さく、金属導体層等との密着性が高く、常温での成形が可能であり、積層構造等の複雑な構造を容易に形成でき、耐熱性および耐候性にも優れた誘電体基板を有するプリントアンテナを提供することである。本発明の第 2 の目的は、共振周波数のずれを生産ライン上で容易に調整することが可能であり、また、目的とする共振周波数に調整できなかった場合であっても容易に再調整をすることができ、また、プリントアンテナの信頼性を向上できる共振周波数の調整方法を提供することである。

【0018】

【課題を解決するための手段】上記目的は、下記（1）～（12）のいずれかの構成により達成される。

（1） 誘電体基板と、この誘電体基板の一方の面に設けられた放射電極と、前記誘電体基板の他方の面に設けられた接地導体とを有し、前記誘電体基板が、誘電体シートまたは誘電体シートの積層体からなり、前記誘電体シートの少なくとも 1 枚が、高分子誘電体材料とセラミックス誘電体材料とを含有する複合誘電体材料から構成される複合誘電体シートであり、前記高分子誘電体材料が、少なくともフマル酸ジエステルを含む単量体組成物を重合して得られたものであるプリントアンテナ。

（2） 前記複合誘電体シートの少なくとも 1 枚が、前記複合誘電体材料を含む溶液を強化用繊維に含浸して形成した繊維強化複合誘電体シートである上記（1）のプリントアンテナ。

（3） 前記誘電体シートの少なくとも 1 枚が、前記高分子誘電体材料から構成される高分子誘電体シートである上記（1）または（2）のプリントアンテナ。

（4） 前記誘電体シートの少なくとも 1 枚が、前記高分子誘電体材料を含む溶液を強化用繊維に含浸して形成した繊維強化高分子誘電体シートである上記（1）～（3）のいずれかのプリントアンテナ。

（5） 前記繊維強化高分子誘電体シートの少なくとも一方の面に、前記複合誘電体材料を含む溶液を塗布する

ことにより形成された複合誘電体シートを有する上記  
(4) のプリントアンテナ。

(6) 前記放射電極および前記接地導体が、溶剤が残  
留している前記誘電体基板に金属導体フィルムを密着さ  
せた後、脱溶剤することによって形成されたものである  
上記 (1) ~ (5) のいずれかのプリントアンテナ。

(7) 前記誘電体基板が、間に放射電極を挟む 2 枚の  
誘電体シートを含むものであり、少なくとも 2 つの共振  
周波数を有する上記 (1) ~ (6) のいずれかのプリント  
アンテナ。

(8) 共振周波数を調整するための調整用誘電体層  
が、前記放射電極を覆うように少なくとも 1 層設けられ  
ており、前記調整用誘電体層が、前記高分子誘電体材料  
を含有するものである上記 (1) ~ (7) のいずれかの  
プリントアンテナ。

(9) 前記調整用誘電体層が、前記セラミックス誘電  
体材料を含有する上記 (8) のプリントアンテナ。

(10) 上記 (1) ~ (7) のいずれかのプリントアン  
テナの共振周波数を調整する方法であって、共振周波  
数を調整するための調整用誘電体層を、前記放射電極を  
覆うように設けるに際し、前記調整用誘電体層として前  
記高分子誘電体材料を含有するものを用いるプリントアン  
テナの共振周波数調整方法。

(11) 前記調整用誘電体層に、前記セラミックス誘  
電体材料が含有される上記 (10) のプリントアンテナの  
共振周波数調整方法。

(12) プリントアンテナの誘電体基板を構成する複  
合誘電体シートと、放射電極表面を覆う調整用誘電体層  
とが、同一の複合誘電体材料から構成されている上記  
(11) のプリントアンテナの共振周波数調整方法。

【0019】

【発明の実施の形態】

プリントアンテナ

本発明のプリントアンテナは、誘電体基板と、この誘電  
体基板の一方の面に設けられた放射電極と、前記誘電体  
基板の他方の面に設けられた接地導体とを有する。

【0020】本発明で用いる誘電体基板は、少なくとも  
1 枚の誘電体シートから構成される。誘電体シートの少  
なくとも 1 枚は、高分子誘電体材料と、セラミックス誘  
電体材料とを含む複合誘電体シートである。前記高分子  
誘電体材料は、単量体として少なくともフマル酸ジエス  
テルを含む単量体組成物を重合して得られたものであ  
り、フマル酸ジエステルから誘導される繰返し単位を  
有するフマレート系重合体である。

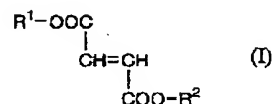
【0021】本発明で用いる複合誘電体材料は、本出願  
人による特願平 9 - 1 4 8 7 8 号に開示されている。ま  
た、この複合誘電体材料に用いる高分子誘電体材料は、  
本出願人による特願平 8 - 4 2 0 7 3 号に開示されてい  
る。

【0022】本発明で用いるフマル酸ジエステル単量体

としては、下記式 (I) で表される化合物が好ましい。

【0023】

【化 1】



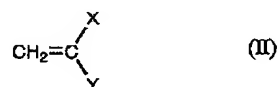
【0024】上記式 (I) において、 $\text{R}^1$  はアルキル基  
またはシクロアルキル基を表し、 $\text{R}^2$  はアルキル基、シ  
クロアルキル基またはアリール基を表し、 $\text{R}^1$  および  $\text{R}^2$   
は同一でも異なるものであってもよい。式 (I) で表さ  
れるフマル酸ジエステル単量体のうち特に好ましいもの  
は、ジイソプロピルフマレート、ジシクロヘキシルフマ  
レート、ジ-sec-ブチルフマレート、ジ-tert-  
ブチルフマレート、イソプロピル-tert-ブチル  
フマレート、n-ブチル-イソプロピルフマレート、n-  
ヘキシル-イソプロピルフマレートなどである。

【0025】フマレート系重合体は、フマル酸ジエス  
テル (フマレート系化合物) の単独重合体であってもし  
く、その共重合体であってもしく。共重合体はランダム  
共重合体、交互共重合体、ブロック共重合体等のいずれ  
であってもしく。

【0026】また、フマレート系重合体は、フマル酸ジ  
エステルと他の単量体とを重合した共重合体であってもし  
く。他の単量体成分としては、ビニル系単量体を用い  
ればよい。ビニル系単量体は、前記フマレート系化合物  
と共重合しうるものであれば特に限定されないが、好ま  
しくは下記式 (II) で表される化合物を用いる。

【0027】

【化 2】



【0028】上記式 (II) において、X は水素原子また  
はメチル基を表し、Y はフッ素原子、塩素原子、アルキ  
ル基、アルケニル基、アリール基、エーテル基、アシル  
基またはエステル基を表す。

【0029】式 (II) で表されるビニル系単量体とし  
ては、例えば酢酸ビニル、ピバリン酸ビニル、2, 2-ジ  
メチルブタン酸ビニル、2, 2-ジメチルペンタン酸ビ  
ニル、2-メチル-2-ブタン酸ビニル、プロピオン酸  
ビニル、ステアリン酸ビニル、2-エチル-2-メチル  
ブタン酸ビニル等のカルボン酸ビニル類；p-tert-  
ブチル安息香酸ビニル、N, N-ジメチルアミノ安息  
香酸ビニル、安息香酸ビニル等の芳香族ビニル系単量  
体類；スチレン、o-, m-, p-クロロメチルスチレ  
ン、 $\alpha$ -メチルスチレンおよびその核置換体などの $\alpha$ -  
置換スチレン誘導体類；o-, m-, p-メチルスチレ  
ン等のアルキル核置換スチレン類；塩化ビニル、フッ化  
ビニル等の $\alpha$ -オレフィン類；p-クロロスチレン等の

o-、m-、p-ハロゲン化スチレン等のハロゲン核置換スチレン；エチルビニルエーテル、ビニルブチルエーテル、イソブチルビニルエーテル等のビニルエーテル類； $\alpha$ -、 $\beta$ -ビニルナフタレン等のナフタレン誘導体；メチルビニルケトン、イソブチルビニルケトン等のアルキルビニルケトン類；ブタジエン、イソプレン等のジエン類；メチル（メタ）アクリレート、エチル（メタ）アクリレート、ブチル（メタ）アクリレート、2-エチルヘキシル（メタ）アクリレート、フェニル（メタ）アクリレート等の（メタ）アクリル酸エステル類等の公知のラジカル重合性単量体等を好ましく挙げる事ができる。

【0030】ビニル系単量体は、1種のみを用いても2種以上を併用してもよい。また、ビニル系単量体から誘導される繰り返し単位を有するフマレート系重合体は、ランダム共重合体、交互共重合体、ブロック共重合体等のいずれであってもよい。

【0031】本発明で用いるフマレート系重合体の分子量は特に限定されないが、十分な機械的強度を得るためには、数平均分子量で10,000~1,500,000であることが好ましい。

【0032】単量体組成物中のフマル酸ジエステルの含有率は、好ましくは50重量%以上、より好ましくは60重量%以上、さらに好ましくは80重量%以上である。フマル酸ジエステル量が少ないと、電気特性、耐熱性等が不十分となり、好ましくない。また、フマレート系重合体中のフマル酸ジエステルに由来する構成成分の比率も、好ましくは50重量%以上、より好ましくは60重量%以上、さらに好ましくは80重量%以上である。

【0033】本発明において高分子誘電体材料として用いられるフマレート系重合体のうち特に好ましいものは、ジ-シクロヘキシルフマレート/ジ-イソプロピルフマレート共重合体（CDIP）およびジ-シクロヘキシルフマレート/ジ-sec-ブチルフマレート共重合体（CDSB）（各々 $\epsilon_r=2.4\sim2.8$ 、 $Q=200\sim600/1\text{GHz}$ ）であり、これらは1種だけ用いてもよく、2種以上併用してもよい。

【0034】本発明で用いるセラミックス誘電体材料は特に限定されないが、比誘電率（ $\epsilon_r$ ）が好ましくは10以上、より好ましくは30以上、さらに好ましくは85~100、誘電正接（ $\tan\delta$ ）が好ましくは0.005以下、Qが好ましくは2500~6000/1GHzであるものが望ましい。

【0035】本発明において好ましく用いられるセラミックス誘電体材料としては、例えば、チタン-バリウム-ネオジウム系複合酸化物、鉛-カルシウム系複合酸化物、二酸化チタン系セラミックス、チタン酸バリウム系セラミックス、チタン酸鉛系セラミックス、チタン酸ストロンチウム系セラミックス、チタン酸カルシウム系セ

ラミックス、チタン酸ビスマス系セラミックス、チタン酸マグネシウム系セラミックス、ジルコン酸鉛系セラミックスなどが挙げられる。さらに、CaWO<sub>4</sub>系セラミックス、Ba（Mg、Nb）O<sub>3</sub>系セラミックス、Ba（Mg、Ta）O<sub>3</sub>系セラミックス、Ba（Co、Mg、Nb）O<sub>3</sub>系セラミックス、Ba（Co、Mg、Ta）O<sub>3</sub>系セラミックスなども挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を混合して用いてもよい。

【0036】なお、前記二酸化チタン系セラミックスとは、組成的には二酸化チタンのみを含む系、または二酸化チタンに他の少量の添加物を含む系であって、主成分である二酸化チタンの結晶構造が保持されているものである。他の系のセラミックスもこれと同様である。二酸化チタンはTiO<sub>2</sub>で示される物質で、種々の結晶構造をとりうるものであるが、誘電体セラミックスとして使用されるのは、その中のルチル構造のものである。

【0037】セラミックス誘電体材料の粒子径は、好ましくは約50 $\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは0.1~20 $\mu\text{m}$ 、さらに好ましくは0.5~7 $\mu\text{m}$ の範囲から選択する。セラミックス誘電体材料の粒子径が大きすぎると、高分子誘電体材料内への均一な分散・混合が困難となる。一方、粒子径が小さすぎると、取り扱いが困難となる。

【0038】高分子誘電体材料とセラミックス誘電体材料との混合比率は特に限定されず、プリントアンテナの小型化が可能で、かつ誘電体損が小さい複合誘電体シートが得られるように、例えば30MHz以上の高周波帯域において比誘電率（ $\epsilon_r$ ）が5.0以上、Qの値が200以上となるように、適宜決定すればよい。具体的には、複合誘電体材料中のセラミックス誘電体材料の含有率は、チタン-バリウム-ネオジウム系複合酸化物を用いる場合には60~90重量%とすることが好ましく、鉛-カルシウム系複合酸化物を用いる場合には85~90重量%とすることが好ましい。

【0039】複合誘電体シートを製造する際には、まず、好ましくは10~20重量%溶液となるように高分子誘電体材料を溶剤に溶解する。次いで、セラミックス誘電体材料の粉末を添加し、混合攪拌する。次いで、3本ロール等により少なくとも2回混合・粉砕した後、粘度調整のためさらに溶剤を加え、10~20分間程度混合攪拌する。このとき、脱気しながら攪拌することが望ましい。これにより、厚さ1 $\mu\text{m}$ 程度以上の膜を形成することが可能な複合誘電体材料溶液を得ることができる。

【0040】次に、このようにして製造した複合誘電体材料溶液を、板状に成形する。成形方法は特に限定されず、例えばキャスト法などを用いればよい。具体的には、例えば、溶液を、ガラス繊維やテフロン等の樹脂繊維などの強化用繊維に含浸させ、ガラス板、シリコ

ーンゴム板、金属板などから構成した型に入れた後、溶剤を蒸発させることによって、複合誘電体シートを形成することができる。また、強化用繊維に含浸させることなく、型中において溶剤を蒸発させることにより、シート状に成形することもできる。これらの方法では、通常、0.1～1.0mm程度の厚さの複合誘電体シートを作製することができる。このようにして製造した複合誘電体シートは、単層で誘電体基板として用いることができるが、必要に応じ、溶剤が完全に蒸発していない状態（以下、残溶剤状態ということがある）で複数の複合誘電体シートを積層し、これを乾燥させて誘電体基板として用いてもよい。

【0041】なお、本明細書において残溶剤状態とは、通常、溶剤含有量が3重量%以上、特に5～15重量%であることを意味する。

【0042】強化繊維含浸用の溶液に用いる溶剤は、高分子誘電体材料に対し良好な溶解性を示すことが必要であるが、蒸発速度等のコントロール等を考慮に入れ悪影響を及ぼさない程度の貧溶媒を併せて用いることができる。具体的には、例えば、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、シクロヘキサノン、アセトン等のケトン系溶剤、ベンゼン、トルエン等の芳香族炭化水素系溶剤、メチルセロソルブ、ブチルセロソルブ、ジエチレングリコールモノメチルエーテル、プロピレングリコールモノメチルエーテル、ジプロピレングリコールモノメチルエーテル、ジエチレングリコールモノブチルエーテル等の各種グリコールエーテル系溶剤、ブチルセロソルブアセテート、メチルセロソルブアセテート、酢酸エチル等のエステル系溶剤、N、N-ジメチルアセトアミド、N、N-ジメチルホルムアミド、N-メチル-2-ピロリドン等のアミド系溶剤、メタノール、エタノール等のアルコール系溶剤、他にテトラヒドロフラン（THF）、デカリン、ジメチルスルホキシド、ブチルクロライド、トリクロロトリフルオロエタン、トリフルオロトルエン等の少なくとも1種を用いればよい。

【0043】この含浸用の溶液中の複合誘電体材料の含有量は、操作性等を考慮して60～85重量%とすることが好ましい。この場合の粘度は、常態で好ましくは500～30,000cps程度である。

【0044】強化用繊維としては、ガラス繊維のほか、リジッド基板の製造に補強用繊維として従来用いられている任意の絶縁性繊維が使用できるが、ガラス繊維が好ましく、特に、低誘電性（低誘電率、低誘電損失正接）を有するガラス繊維がより好ましい。ガラス繊維の形態は特に限定されず、ガラス織布、ガラス不織布等のいずれであってもよい。

【0045】ガラス繊維を含む複合誘電体シート中の複合誘電体材料の含有量は、好ましくは10～70重量%である。含有量をこの範囲とすることにより、十分な強度が得られ、低誘電性が実現し、耐熱性が良好となる。

10～70重量%の含有量は、複合誘電体シートを積層する際に樹脂のりとして高分子誘電体材料含有溶液（通常60～85重量%溶液）を塗布することによって実現されるものであってもよい。

【0046】複合誘電体シートの形成には、印刷法を利用することもできる。例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）等の樹脂フィルム基体上に、前記複合誘電体材料を含有する塗布溶液を塗布して乾燥することにより、複合誘電体シートを得ることが可能である。この場合には、厚さ1μm以上の複合誘電体シートを得ることができ、塗布溶液の濃度等を調整することにより、500μm程度まで厚くすることが可能である。塗布方法は特に限定されず、例えば、ドクターブレードコート法、スピンコート法、ディップコート法、スクリーン印刷法などを用いればよく、用途に応じた塗布法を選択できるので、生産性を高くすることが可能である。塗布により形成した複合誘電体シートは、通常、複数積層して誘電体基板とする。積層の際には、通常、残溶剤状態のシートを積層し、積層後に乾燥させる。

【0047】複合誘電体シートから溶剤を蒸発させる際、残溶剤状態のときに必要に応じて加圧プレス加工することにより、複合誘電体シートの厚さを容易に調整することができる。溶剤は室温（15～30℃程度）で蒸散させることが可能であるが、必要に応じて40～60℃程度の雰囲気中で乾燥させてもよい。また、残溶剤状態のシートを立体形状の型に入れて加圧プレス加工すれば、型形状に応じた再成形が可能である。また、乾燥後であっても、溶剤に短時間浸漬することにより残溶剤状態にできるので、厚さの調整が可能である。

【0048】誘電体基板を積層構造とする場合、すべての誘電体シートを上記複合誘電体シートから構成してもよいが、誘電体シートの少なくとも1枚が、前記高分子誘電体材料を含む溶液を強化用繊維に含浸して形成した繊維強化高分子誘電体シートであってもよい。また、この高分子誘電体シートを基材シートとして、この基材シートの少なくとも一方の面に複合誘電体材料溶液を塗布し、基材シートと複合誘電体シートとの積層体を形成すれば、電気特性を確保したまま強度の向上をはかることができる。ただし、基材シートとして、繊維強化した複合誘電体シートを用いてもよい。

【0049】接地導体や放射電極は、残溶剤状態の誘電体シートに金属導体を密着させ、脱溶剤を行うことによって誘電体シート表面に固定することができる。樹脂系基板を用いる場合に従来利用されている熱圧着法では、高温で接着を行うため大がかりな装置が必要であるが、本発明では、特殊な装置を使用することなく常温での脱溶剤により、放射電極や接地導体を簡単に固定することができる。また、金属導体を密着させた後、残溶剤状態で他のシートを積層し、次いで脱溶剤を行えば、加熱することや接着剤を使用することなく積層型のアンテナを

得ることができるので、低コストでの量産が可能である。

【0050】このようにして得られる複合誘電体シートは、高分子誘電体材料およびセラミックス誘電体材料の種類や、両者の混合比を制御することにより、比誘電率や誘電体損を任意の値に設定することが可能なので、任意の共振周波数をもつ利得の高いプリントアンテナを任意の寸法で製造することができる。また、平面形状および厚さも、任意に設定することが可能である。さらに、比誘電率の異なる複数の複合誘電体シートを用い、各シート上に放射電極を形成した後、積層すれば、複数の共振周波数をもつアンテナを作製することができる。

【0051】また、前記特願平 8-42073 号に提示されているように、この複合誘電体シートは耐熱性や密着性に優れており、また、強酸やアルカリに対する耐性に優れているので、この点でもプリントアンテナ用の誘電体基板に好適である。

【0052】本発明で用いる誘電体基板は、良好な高周波特性を有するためプリント配線基板としても用いることができる。したがって、給電部にマイクロストリップ線路を用い、開口部を設けた任意の比誘電率をもつ複合誘電体シートを積層してスロットアンテナを構成することができる。また、誘電体基板に電気回路の配線部を設けてチップ部品を接続し、ドライバ回路等を設けると共に、誘電体基板の一部に放射電極および接地導体を形成してプリントアンテナを構成すれば、小型で信頼性の高いアンテナユニットを構成することが可能である。

【0053】さらに、複数のプリントアンテナを同一基板上で並列に接続し、衛星放送受信用の平面アンテナを構成することもできる。

#### 【0054】共振周波数の調整方法

プリントアンテナの基本的な特性である共振周波数は、前記式(1)に示されるように誘電体基板の比誘電率によって左右される。

【0055】本発明ではこれを利用し、図 8(a)に示すように、前記高分子誘電体材料を含有する均一な厚さの調整用誘電体層 100 を、プリントアンテナの放射電極 2 形成面に積層することによって実効誘電率を変化させ、これにより共振周波数を変化させて所望の値に調整する。調整用誘電体層の厚さは、目的とする共振周波数が得られるように適宜決定すればよい。共振周波数は、放射電極上に積層する調整用誘電体層の厚さに依存して変化するので、安定した調整が可能である。単層の調整用誘電体層 100 を形成しただけでは共振周波数が目的とする範囲に入らない場合には、再調整を行う。再調整を行う場合、図 8(b)に示すように、調整用誘電体層 100 と同様な均一な厚さの調整用誘電体層 101 を、さらに積層する。これにより実効誘電率がさらに変化するので、共振周波数の再調整が可能となる。

【0056】調整用誘電体層となる誘電体シートは、誘

電体基板に用いる複合誘電体シートと同様な塗布法により作製することが好ましいが、キャスト法でも作製可能である。調整用誘電体層は、プリントアンテナを溶剤に短時間浸漬して残溶剤状態とした後、残溶剤状態の誘電体シートを積層して加圧プレスすることにより容易に形成することができる。この場合も、常温での脱溶剤が可能である。また、調整用誘電体層となる誘電体シートが比較的厚い場合には、この誘電体シートの含む溶剤がプリントアンテナに十分に浸透するため、プリントアンテナを残溶剤状態としなくても両者の接着が可能であり、工程の簡素化が可能である。また、放射電極上に直接塗布することにより、調整用誘電体層を形成することもできる。そして、一度調整を施したプリントアンテナであっても、同様な手順によりさらに調整用誘電体層を積層することが可能なので、再調整が容易であり、歩留まりの向上に大きく貢献することができる。

【0057】この方法で共振周波数の調整を行ったプリントアンテナでは、放射電極の表面が調整用誘電体層によって覆われることになるため、放射電極の酸化を防止することができる。

【0058】また、積層する調整用誘電体層は、誘電体基板に用いる高分子誘電体材料を含有するので、熱膨張係数の違いに起因する剥離が生じにくい。

【0059】なお、熱膨張係数の違いによる不具合の発生をさらに抑制するためには、調整用誘電体層に前記セラミックス誘電体材料を含有させることが好ましく、調整用誘電体層の組成を、誘電体基板構成材料と同一にすることがより好ましい。

#### 【0060】

##### 【実施例】

##### 実施例 1

図 1(a)は、本発明のプリントアンテナの一実施例であって、GPS 装置等に用いられるパッチアンテナの概略を示す斜視図であり、図 1(b)は、その断面図である。

【0061】図示されるプリントアンテナの作製に際しては、まず、高分子誘電体材料とセラミックス誘電体材料との混合物に溶剤を加え、複合誘電体材料溶液を得た。高分子誘電体材料には、ジーシクロヘキシルフマレート/ジーセーブチルフマレート共重合体(CDSB)を用い、セラミックス誘電体材料には、チタン-バリウム-ネオジウム系複合酸化物を用いた。混合物中における重量比は、高分子誘電体材料：セラミックス誘電体材料=10：90とした。

【0062】次に、上記溶液を含浸したガラス繊維を、ガラスの型中で積層した後、室温にて加圧プレスし、溶剤を大部分を蒸散させて、誘電体基板を得た。

【0063】次に、残溶剤状態の誘電体基板 1 の一方の面に放射電極 2 を、対向する他方の面に接地導体 3 を配置し、脱溶剤を行って放射電極 2 と接地導体 3 とを誘電



体基板1に密着させた。

【0064】さらに、接地導体3、誘電体基板1および放射電極2からなる積層体に給電孔をドリルで形成し、この給電孔にはんだを流入することにより給電部4を形成して接地導体3と放射電極2とを電氣的に接続し、GPS装置用パッチアンテナとした。

【0065】このパッチアンテナの特性を、表1に示す。

【0066】

【表1】

共振周波数(MHz)	1575.42
比誘電率	8.2
放射電極の寸法(mm)	30.5×29.7
基板厚さ(mm)	3.4

【0067】また、誘電体基板1を表2に示す誘電体材料から構成し、かつ共振周波数が上記した本発明のアンテナと同じとなるように各部の寸法を設定したほかは上記と同様にして、比較例のパッチアンテナを作製した。これらのパッチアンテナにおける比誘電率( $\epsilon_r$ )、誘電正接( $\tan \delta$ )および絶対利得(dBi)を、表2に示す。

【0068】

【表2】

誘電体材料	比誘電率 ( $\epsilon_r$ )	誘電正接 at 2GHz( $\tan \delta$ )	絶対利得 (dBi)
発泡ウレタン	1.1	$\approx 0$	9.5
アラミドエポキシ	3.9	$2.0 \times 10^{-4}$	8.4
本発明に係る複合誘電体材料	8.2	$1.77 \times 10^{-3}$	7.9
ポリフェニレンオキサイド	10.0	$5.45 \times 10^{-3}$	6.4
チタンマグネシウム複合酸化物	20.0	$2.0 \times 10^{-4}$	5.4
ポリイミド-チタン複合酸化物	37.0	$10.0 \times 10^{-4}$	4.5
ポリイミド-チタン-マグネシウム複合酸化物	95.0	$7.6 \times 10^{-4}$	-5.0

【0069】表2から、本発明のアンテナは、誘電体損、絶対利得の双方がアンテナとして満足できるものであることがわかる。これに対し、比較例のアンテナのうち誘電体損が小さく絶対利得が大きいものは、比誘電率が低すぎるため、小型化が不可能であることがわかる。

【0070】実施例2

図2(a)は、本発明を、2つの共振周波数をもつ積層型のプリントアンテナに適用した実施例を示す断面図である。このアンテナは、表面に放射電極2aを、裏面に接地導体3をそれぞれ形成した複合誘電体シート1aと、表面に放射電極2bを形成した複合誘電体シート1bとを、放射電極2aを挟むように積層し、実施例1と同様にして給電部4を形成したものである。両誘電体シートの比誘電率は同一とし、放射電極2aと放射電極2bとは相異なる寸法としてある。

【0071】図2(b)も、2つの共振周波数をもつ積層型のプリントアンテナの実施例を示す断面図である。このアンテナは、裏面に接地導体3を、表面に放射電極2aをそれぞれ形成した複合誘電体シート1aと、表面に放射電極2bを形成した複合誘電体シート1bと、複合誘電体シート1cとを積層し、実施例1と同様にして給電部4を設けたものである。3枚の複合誘電体シート1a、1b、1cは、セラミックス誘電体材料の含有量を調整することにより、比誘電率を相異なるものとしてある。

【0072】図2(a)および図2(b)にそれぞれ示されるプリントアンテナは、複数の共振周波数をもつため、複数の帯域に対応できる。

【0073】実施例3

図3(a)は、本発明を回路組み込みアンテナ基板(アンテナユニット)に適用した実施例を示す正面図であり、図3(b)は、裏面側から見た平面図である。この回路組み込みアンテナ基板は、複合誘電体シートからなる誘電体基板1の表面および裏面に、チップ部品7を搭載してドライバ回路等を構成すると共に、誘電体基板1の表面の一部に放射電極2を形成し、これと対向する裏面の一部に接地導体3を形成したものである。このような構成では、回路部とアンテナ部との接続が容易で、回路接続等に関する不具合が発生することがなく、高い信頼性が得られる。

【0074】実施例4

図4は、本発明をスロットアンテナに適用した実施例を示す分解斜視図である。このスロットアンテナは、給電部としてマイクロストリップ線路8を表面に有すると共に裏面に接地導体3を有する複合誘電体シート1aと、金属コート部6を表面に有すると共にスロット5が開口している複合誘電体シート1bとを、マイクロストリップ線路8を挟むように積層したものである。

【0075】実施例5

図5は、本発明をライン型アンテナに適用した実施例を

示す斜視図である。このライン型アンテナは、複合誘電体シートからなる誘電体基板 1 の表面に、電波を放射しやすい形状のマイクロストリップ線路からなる放射電極 2 を形成したものである。この構成では、マイクロストリップ線路を自由な形状に加工できるため、複雑な形状の放射電極を安価に形成できる。

#### 【0076】実施例 6

図 6 (a) は、本発明を衛星放送受信用プリントアンテナに適用した実施例を示す平面図である。図 6 (a) に示す給電アレイ 11 は、小型のパッチアンテナ 9 を複数配置し、線路 10 で並列に接続したものである。この給電アレイを図 6 (b) に示すように複数並列に接続することにより、衛星放送受信用プリントアンテナが構成される。図 6 (b) では、給電アレイ 11 a、11 b、11 c、11 d を線路 10 により並列に接続し、衛星放送受信用プリントアンテナ 12 を構成している。このアンテナにおける接地導体 (図示せず) は、円板状の誘電体基板 1 の裏面に形成されている。衛星放送受信用プリントアンテナ 12 は、パラボラアンテナと異なり平板状であるため、容積が小さいという利点がある。

#### 【0077】実施例 7

図 7 は、2つの周波数帯域を有するプリントアンテナの実施例を示す分解斜視図である。このプリントアンテナは、給電のためのスロットアンテナ 15 と、表面に放射電極 2 a を有する複合誘電体シート 1 a と、表面に放射電極 2 b を有する複合誘電体シート 1 b とを積層したものであり、複合誘電体シート 1 a と複合誘電体シート 1 b とは、比誘電率が異なるものである。

#### 【0078】実施例 8

実施例 1 と同様にして、図 1 (a) および図 1 (b) に示す構造の GPS 装置用パッチアンテナを作製した。このパッチアンテナの共振周波数は、1635 MHz であった。

【0079】このパッチアンテナの放射電極上に、印刷法により形成した平均印刷厚さ 100  $\mu\text{m}$  のシート状調整用誘電体層を、加圧プレス加工により 1~4 層積層し、共振周波数の変化を調べた。結果を表 3 および図 9 に示す。

#### 【0080】

【表 3】

調整用誘電体層 積層数	共振周波数 (MHz)	変化量 (MHz)
0	1635	0
1	1632.5	2.5
2	1630.4	2.1
3	1627.8	2.6
4	1624.4	3.4

【0081】表 3 および図 9 から、放射電極表面に構成した調整用誘電体層の数、すなわち、調整用誘電体層の合計厚さが増大するに従って、共振周波数が低下するこ

とがわかる。また、調整用誘電体層 1 層あたりの共振周波数の変化幅は、ほぼ同じであることがわかる。したがって、調整用誘電体層の合計厚さを制御することにより、プリントアンテナの共振周波数を任意の値に調整することが可能である。

#### 【0082】

【発明の効果】本発明では、比誘電率が比較的高く、しかも誘電体損が小さく、金属導体層等との密着性が高く、常温での成形が可能であり、積層構造等の複雑な構造を容易に形成でき、耐熱性および耐候性にも優れた誘電体基板を用いるので、アンテナとしての特性が良好で、しかも、製造が容易なプリントアンテナが実現する。

【0083】また、本発明の共振周波数調整方法によれば、共振周波数のずれを生産ライン上で容易に調整することが可能となる。また、調整値が安定しない場合であっても容易に再調整をすることができる。また、放射電極表面を調整用誘電体層で覆うため、放射電極の酸化による特性劣化を防止することが可能である。また、調整用誘電体層は、プリントアンテナの誘電体基板と同種の組成であって熱膨張係数が類似するため、温度変化が生じて剥離しにくい。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 (a) および (b) は、本発明のプリントアンテナの実施例を示し、(a) は斜視図、(b) は断面図である。

【図 2】 (a) および (b) は、本発明のプリントアンテナの実施例を示す断面図である。

【図 3】 (a) および (b) は、本発明のプリントアンテナの実施例を示し、(a) は正面図、(b) は平面図である。

【図 4】本発明のプリントアンテナの実施例を示す分解斜視図である。

【図 5】本発明のプリントアンテナの実施例を示す斜視図である。

【図 6】 (a) および (b) は、本発明を適用した衛星放送受信用プリントアンテナを示し、(a) は、一部を拡大して示す平面図であり、(b) は、斜視図である。

【図 7】本発明のプリントアンテナの実施例を示す分解斜視図である。

【図 8】 (a) および (b) は、プリントアンテナの共振周波数調整方法を説明するための断面図である。

【図 9】共振周波数を調整するための誘電体層の積層数と共振周波数との関係を表すグラフである。

#### 【符号の説明】

- 1 誘電体基板
- 1 a、1 b、1 c 複合誘電体シート
- 2、2 a、2 b 放射電極
- 3 接地導体
- 4 給電部

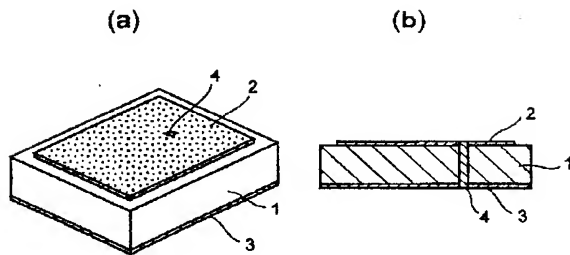
17

18

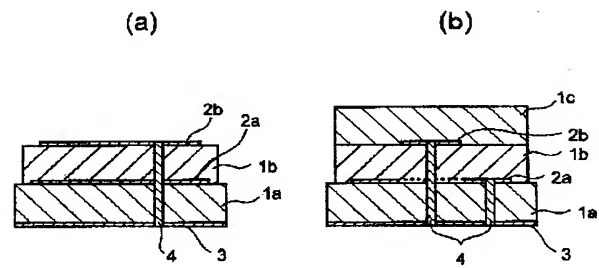
- 5 スロット
- 6 金属コート部
- 7 チップ部品
- 8 マイクロストリップ線路
- 9 パッチアンテナ

- 10 線路
- 11、11a、11b、11c、11d 給電アレイ
- 12 衛星放送受信用アンテナ
- 15 スロットアンテナ
- 100、101 調整用誘電体層

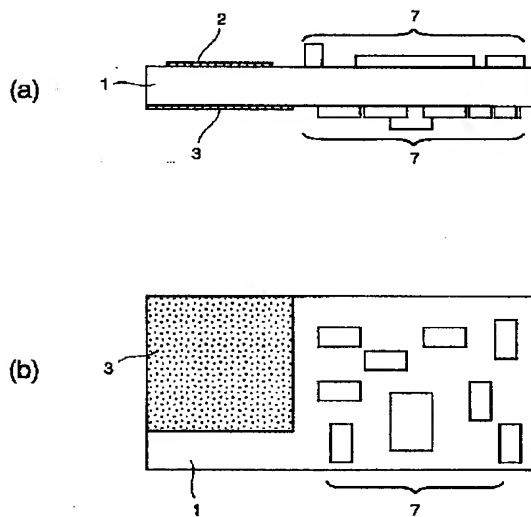
【図 1】



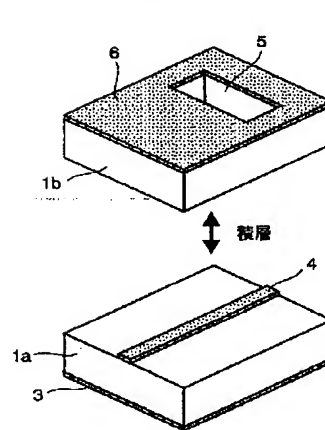
【図 2】



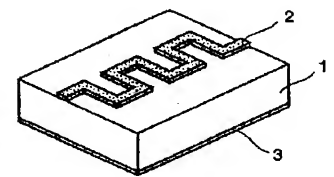
【図 3】



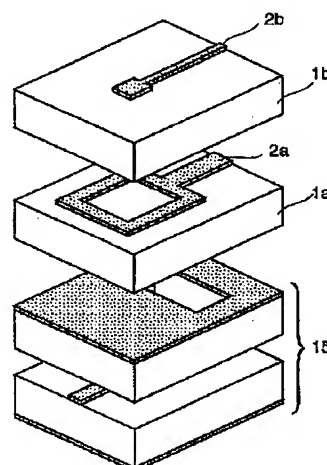
【図 4】



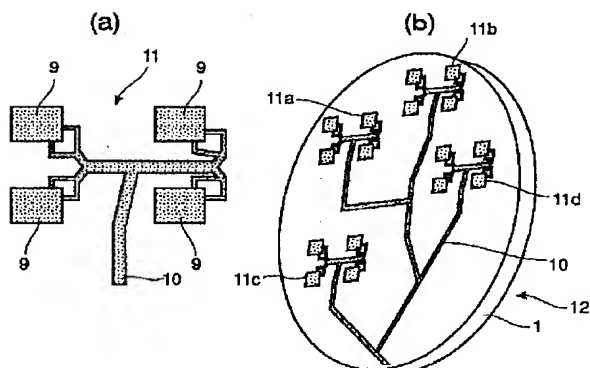
【図 5】



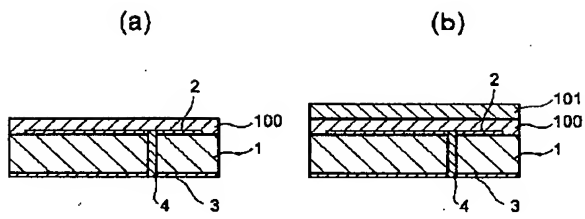
【図 7】



【図 6】



【図 8】



【図 9】

